



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 19 245 C 1

51 Int. Cl.⁶:
G 02 B 26/08
G 02 B 27/18

21 Aktenzeichen: 198 19 245.2-51
22 Anmeldetag: 29. 4. 98
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 10. 6. 99

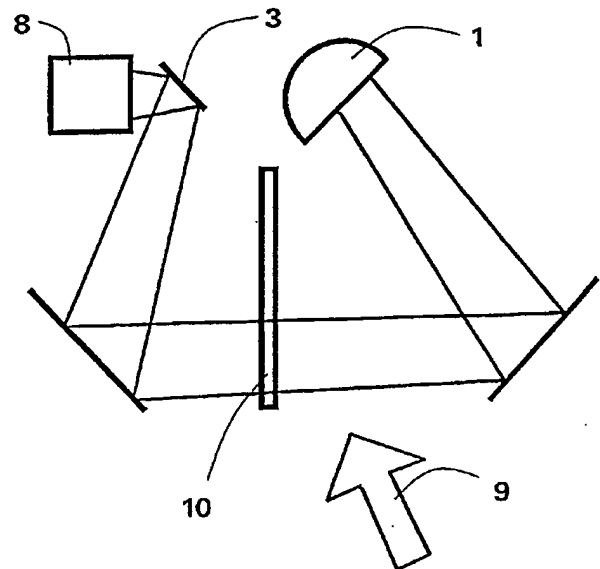
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE
74 Vertreter:
Frenzel, H., Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 81675
München

72 Erfinder:
Rieche, Gerd, Dr., 07749 Jena, DE; Stöhr,
Hans-Joachim, Dipl.-Phys., 07749 Jena, DE;
Schmidt, Dietrich, Dipl.-Phys., 07747 Jena, DE;
Piehler, Eberhard, Dr.rer.nat., 07778 Lehesten, DE;
Pudenz, Jürgen, Dr., 07747 Jena, DE; Schnell,
Rainer, Dipl.-Phys., 07749 Jena, DE; Meißner,
Hans-Jürgen, Dipl.-Ing., 07749 Jena, DE
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE-Z.: Elektronik 2/1996 S. 56-70;

54 Vorrichtung mit einem Objektiv zum Abbilden

57 Bei einer Vorrichtung mit einem Objektiv (8; 60) zum Abbilden von einer zur Darstellung eines Videobildes angesteuerten und mit einer mittels eines von einer Lichtquelle (1, 30) emittierten Lichtbündels (2) beleuchteten Kippspiegelmatrix (50) auf einem Schirm ist vorgesehen, daß die Lichtquelle (1, 30) nahe der Kippspiegelmatrix (50) und in einem Winkel, bei dem das Lichtbündel (2) von dieser weggerichtet wird, angeordnet ist und daß ein gefalteter optischer Lichtweg zum Übertragen eines von der Lichtquelle (1, 30) emittierten Lichtbündels (2) zur Kippspiegelmatrix (50) gegeben ist.



DE 198 19 245 C 1

DE 198 19 245 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung mit einem Objektiv zum Abbilden von einer zur Darstellung eines Videobildes angesteuerten und mit einer mittels eines von einer Lichtquelle emittierten Lichtbündels beleuchteten Kippspiegelmatrix auf einem Schirm.

Zur Darstellung von Videobildern auf großen Schirmen mit ungefähr 2 m Bildschirmdiagonalen und größer kann man die herkömmlichen Bildröhren schwerlich verwenden, da diese bei derartigen Abmessungen eine große Bautiefe aufweisen und aufgrund der dann erforderlichen Glasstärke ein hohes Gewicht aufweisen. Deswegen geht man neuerdings auf andere Projektionstechniken über, die beispielsweise mit einer LCD-Matrix, mit Lasern oder neuerdings auch mit einer Kippspiegelmatrix arbeiten. Die Kippspiegelmatrix ist ein mikromechanisches Bauelement mit Kippspiegeln im Mikrometerbereich, die gemäß einer Fernsehnorm in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Jeder Kippspiegel wird dabei zur Beleuchtung je eines Bildpunktes eines Videobildes eingesetzt. Ein auf die Matrix fallendes Lichtbündel wird von jeweils eingeschalteten Kippspiegeln über ein Objektiv auf einen Schirm gerichtet.

Die heute verfügbaren Kippspiegel sind nur digital schaltbar, d. h. ein Bildpunkt kann nur hell- oder dunkelgeschaltet werden. Um trotzdem die gewünschte Intensität für die Darstellung jedes Bildpunktes eines Videobildes verwirklichen zu können, wird jeder Kippspiegel mit einem Pulszug beaufschlagt, dessen Hell-/Dunkelastverhältnis entsprechend den Schaltzeiten für Reflexion in Richtung zum Objektiv und von diesem weg der gewünschten Intensität des jeweils zu beleuchtenden Bildpunktes proportional ist. Dann läßt sich das Videobild dadurch projizieren, daß die gesamte Kippspiegelmatrix großflächig beleuchtet wird. Man verzichtet dabei auf das aus der Fernsehtechnik bekannte Rasterverfahren. Allerdings ist es wichtig, daß die Kippspiegelmatrix mit einem Lichtbündel nicht zu großer Divergenz beaufschlagt wird, da das Verhältnis von hell zu dunkel insbesondere kritisch von dem Beleuchtungswinkel abhängt.

Derartige Kippspiegelmatrizen sind von der Firma Texas Instruments erhältlich. Für die technische Ausgestaltung derartiger Einrichtungen wird hier insbesondere auf die entsprechende Literatur sowie die Application Notes der Herstellerfirma hingewiesen.

Aufgrund der geforderten geringen Divergenz für vollständige Absorption bei dunkelgeschaltetem Videobild und der gleichzeitig erwünschten großen Lichtstärke beim Hellschalten, damit ein großer Bildschirm ausgeleuchtet werden kann, entstehen bei einem kompakten Aufbau Probleme, da einerseits ein langer Lichtweg geschaffen werden soll und andererseits auch die Verlustleistung ökonomisch nicht zu einem Wärmestau bei den Bauelementen führen soll. Insbesondere bezüglich des Wärmehaushalts ist zu beachten, daß es sich bei der Kippspiegelmatrix um ein mikromechanisches Halbleiterbauelement handelt, das nur innerhalb eines begrenzten Temperaturbereichs reproduzierbar arbeitet.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein kompaktes Videogerät der gattungsgemäßen Art zu schaffen, bei dem das Kühlproblem trotz kompakter Bauweise verringert ist.

Die Aufgabe wird ausgehend vom gattungsgemäßen Stand der Technik dadurch gelöst, daß die Lichtquelle nahe der Kippspiegelmatrix und in einem Winkel, bei dem das Lichtbündel von dieser weggerichtet wird, angeordnet ist und daß ein gefalteter optischer Lichtweg zum Übertragen eines von der Lichtquelle emittierten Lichtbündels zur Kippspiegelmatrix vorgesehen ist.

Mit dem gefalteten optischen Lichtweg wird die entsprechende Länge eingestellt, damit das auf die Kippspiegelma-

trix auffallende Licht eine geeignet geringe Divergenz hat. Er erfüllt jedoch erfindungsgemäß noch einen weiteren Zweck, nämlich das Licht der Lichtquelle, das ja erfindungsgemäß nicht direkt auf die Kippspiegelmatrix gerichtet ist, zur Bilddarstellung umzulenken.

Daß die Lichtquelle in der Nähe der Kippspiegelmatrix angeordnet ist, wobei das Lichtbündel von der Kippspiegelmatrix weggerichtet wird, hat zweierlei Vorteile. Erstens läßt sich eine Kühlung, beispielsweise ein Ventilator, so anbringen, daß sowohl das Leuchtvolumen, insbesondere ein Wendel, der Lichtquelle, als auch die Kippspiegelmatrix von einem einzigen Element gekühlt werden. Zweitens führt die Kühlung zu sehr stabilen und reproduzierbaren Videobildern, da die gesamte Verlustwärme in der Nähe der Kippspiegelmatrix entsteht, was bedeutet, daß ein Umschalten der Kippspiegel in andere Zustände, beispielsweise zur Darstellung eines dunkleren Videobildes, nur zu einer geringfügigen Änderung von deren Erwärmung aufgrund der dann erhöhten Absorption führt, so daß die Kippspiegelmatrix durch Kühlung und gleichmäßiger Erwärmung durch die Lichtquelle im wesentlichen temperaturstabil gehalten wird. Das heißt, die Reproduzierbarkeit der Bilder ist im wesentlichen unabhängig von dem im Zeitverlauf dargestellten Bildinhalt im Unterschied zu anderen Anordnungen.

Um die benötigte Lichtmenge möglichst gering zu halten, damit das Wärmeproblem noch weiter verringert wird, ist bei einer vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß der gefaltete optische Lichtweg mit zwei Umlenkspiegeln bewirkt ist, zwischen denen sich ein Lichtleiter erstreckt. Aufgrund der Beschränkung auf im wesentlichen zwei Umlenkspiegel, wird der Aufwand verkleinert. Der vorgesehene Lichtleiter sorgt insbesondere für eine hohe Lichthomogenität, so daß man die Kippspiegelmatrix gleichmäßig beleuchten kann. Dies führt zu einer geringeren Lichtleistung für die Lichtquelle, da im Prinzip nur der Flächenbereich der Kippspiegelmatrix ausgeleuchtet werden muß. Weiter wird das Licht von dem Lichtleiter aufgrund der Hin- und Herreflexion homogenisiert, also ein gleichmäßiger Lichtfleck zur Beleuchtung der Kippspiegelmatrix geschaffen, was eine besonders gute Bildqualität ermöglicht.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Lichtleiter ein rechteckiger Stab aus für das Licht der Lichtquelle durchsichtigem Material mit einem der Kippspiegelmatrix angepaßtem Querschnitt ist. Bei einem derartigen rechteckigen Stab wird das Licht, wie auch von anderen Lichtleitern bekannt, über Totalreflexion geleitet. Man könnte einen solchen Stab zwar auch mit Spiegelschichten ausbilden, jedoch ist ein einfacher Stab beispielsweise aus Glas demgegenüber besonders kostengünstig zu fertigen, wodurch der Preis gesenkt wird, was sich insbesondere für den Konsumerbereich vorteilhaft auswirkt.

Der dem Kippspiegel angepaßte Querschnitt wurde für die Weiterbildung deswegen ausgewählt, um durch Abbildung der Ausgangsfläche des Stabs auf die Kippspiegelmatrix nahezu das gesamte aus dem Stab austretende Licht zum Beleuchten der Matrix einzusetzen. Aufgrund dieser Maßnahme läßt sich eine Lichtquelle geringerer Leistung einsetzen, als wenn man die Ränder der Kippspiegelmatrix über große Flächen mit ausleuchten müßte. Auch diese Maßnahme reduziert das Wärmeproblem drastisch.

Zum gleichen Zweck ist gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung zwischen der Lichtquelle und dem rechteckigen Stab eine Einkoppeloptik zum Fokussieren des Lichtbündels auf eine Eingangsfläche des Lichtleiters vorgesehen. Aufgrund dieser Maßnahme wird möglichst viel Licht der Lichtquelle in den Lichtleiter eingekoppelt, so daß der Leistungsbedarf der Lichtquelle aufgrund der dann geringeren Lichtverluste herabgesetzt werden kann, was wie-

derum das Wärmeproblem vermindert.

Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist ein Farbrad zwischen Einkoppeloptik und der Eingangsfläche des Lichtleiters vorgesehen. Ein Farbrad ist bei der beschriebenen Erzeugung von Videobildern mit Kippspiegelmatrixen zur Darstellung von Farbbildern bekannt. Mit dem Farbrad werden sequentiell unterschiedliche Farbfilter vor die Lichtquelle geschaltet, so daß von der Lichtquelle aus andersartige Farben weitergeleitet werden. Die Kippspiegelmatrix wird dabei synchron zu der jeweiligen Lichtfarbe mit den verschiedenen Farbauszügen, z. B. der Farben Rot, Grün und Blau (R, G, B), angesteuert. Der Eindruck eines Farbbildes entsteht durch Überlagerung der Farbauszüge aufgrund der Trägheit des Auges.

Bezüglich dieser Weiterbildung der Erfindung ist insbesondere die Anordnung des Farbrades vorteilhaft. Aufgrund seiner Position zwischen Einkoppeloptik und Eingangsfläche des Lichtleiters ist es weit von den wärmebehafteten Teilen der Vorrichtung entfernt, wie insbesondere aus einem Ausführungsbeispiel erkennbar wird. In dem Ausführungsbeispiel läßt sich auch ein Luftstrom zum Kühlen der Lichtquelle und der Kippspiegelmatrix gleichzeitig auf das Farbrad richten. Ein besonderer Vorteil ergibt sich bei dieser Anordnung ferner dadurch, daß Lichtintensitätsschwankungen aufgrund Inhomogenitäten des Farbrades sowie Staub auf dessen Oberfläche ebenfalls durch den Lichtleiter homogenisiert werden, was zu einer besonders guten Bildqualität führt.

Das Lichtbündel läßt sich zur Leistungsverringerung der Lichtquelle besonders gut ausrichten, wenn gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ein zylinderförmiges Justierelement im gefalteten optischen Lichtweg vorgesehen ist, wobei in dem Justierelement ein Umlenkspiegel des gefalteten optischen Lichtwegs befestigt ist, mit dem das Licht der Lichtquelle auf die Kippspiegelmatrix ausrichtbar ist. Für eine besonders gute Ausrichtung auf die Kippspiegelmatrix ist es ferner vorteilhaft, wenn das gesamte Licht auf die Kippspiegelmatrix fokussiert wird. Dazu ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß in dem Justierelement ein optisches System zum Fokussieren des Lichtbündels auf die Kippspiegelmatrix angeordnet ist.

Wie vorstehend bei dem rechteckigen Stab schon deutlich wurde, ist es besonders vorteilhaft, wenn auf der Kippspiegelmatrix eine rechteckige Lichtfläche abgebildet wird. Das dazu mögliche Fokussieren läßt sich beispielsweise mit dem optischen System durchführen, das innerhalb des Justierelements angeordnet ist. Durch die Änderungen des Ortes des Justierelements beim Justieren lassen sich immer geeignete Fokussierungsbedingungen einstellen.

Diesbezüglich ist bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ferner vorgesehen, daß eine rechteckige, lichtemittierende, von der Lichtquelle gespeiste Fläche vor dem Justierelement ausgebildet ist und das Justierelement ein mindestens zweilinsiges System aufweist, mit dem die lichtemittierende Fläche auf die Kippspiegelmatrix abgebildet wird.

Die rechteckige Fläche läßt sich durch den vorhergenannten rechteckigen Stab ausbilden. Weitere Ausbildungen für die von der Lichtquelle gespeisten Fläche sind ebenfalls möglich und können beispielsweise durch Vorsehen einer rechteckigen Blende im Strahlengang verwirklicht werden.

Als besonders vorteilhaft für die Kompaktheit bei gleichzeitig guten Abbildungseigenschaften hat sich gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung herausgestellt, wenn der Abbildungsmaßstab des mindestens zweilinsigen Systems zwischen 1 und 5 liegt. Bei dem später angegebenen Ausführungsbeispiel wurde insbesondere ein Verkleine-

rungsfaktor von 2 gewählt.

Eine günstige Lichtleistung verbunden mit einer geringeren Wärmeleistung ergibt sich aufgrund einer verbesserten Justiermöglichkeit gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung dadurch, daß vor der Kippspiegelmatrix eine Feldlinse angeordnet ist. Die Justierung wird insbesondere deshalb erleichtert, weil die Feldlinse den gewünschten Winkel auf die Kippspiegelmatrix, im wesentlichen der für optimale Dunkel-/Hellverhältnisse, auch bei der Justierung einhält. Ferner wird die Justierung erleichtert, weil durch die Feldlinse eine große Bewegung des Justierelements in eine kleine Bewegung des Lichtbündels auf der Kippspiegelmatrix möglich wird. Diese verbesserte Justiermöglichkeit ist besonders für ein kommerzielles Videogerät förderlich, da sich der Lichtweg selbst bei sehr kompakter Ausführung des Gerätes leichter einstellen läßt und der von der Lichtquelle auf der Kippspiegelmatrix erzeugte Lichtfleck ohne Aufwand nahezu vollständig mit nur kleinen tolerierbaren Überdeckungen des Randbereichs der Kippspiegelmatrix übereinandergeführt werden kann.

Insbesondere ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß das über den optischen Lichtweg auf die Kippspiegelmatrix gerichtete Lichtbündel durch die Feldlinse auf die Kippspiegelmatrix gerichtet ist, während das von der Kippspiegelmatrix in das Objektiv reflektierte Licht von der Feldlinse unbeeinflusst in das Objektiv einfällt. Dies ist für eine Erhöhung der Kompaktheit förderlich, da die Feldlinse dann beim Verlassen der Kippspiegelmatrix nicht mehr stört. Das kann man unter anderem durch eine spezielle Ausbildung der Feldlinse erreichen, bei der in der Linse für das von der Matrix reflektierte Licht ein Loch gebohrt wird.

Für eine besonders kostengünstige Ausbildung des Videogerätes, insbesondere auch zur Förderung der Kompaktheit ist gemäß einer vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß die Feldlinse senkrecht zur optischen Achse einen teilkreisförmigen Querschnitt, insbesondere einen halbkreisförmigen Querschnitt, aufweist, der zwischen einfallendem Lichtbündel und Kippspiegel angeordnet ist, wobei eine durch die Abweichung von der Kreisform definierte Öffnung zwischen Kippspiegelmatrix und Objektiv liegt.

Die Kompaktheit eines Videogerätes der genannten Art läßt sich auch gemäß einer Weiterbildung der Erfindung erhöhen, bei der im optischen Lichtweg ein letzter Umlenkspiegel vorgesehen ist, der das Lichtbündel aus einer Ebene des von diesem Umlenkspiegel liegenden optischen Lichtweg heraus und auf die Kippspiegelmatrix richtet. Aufgrund des so gearteten optischen Lichtwegs wird das Licht in drei Dimensionen statt einer Ebene geführt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung mit einem Objektiv zum Abbilden von einer zur Darstellung eines Videobildes angesteuerten Kippspiegelmatrix;

Fig. 2 eine Anordnung wie bei **Fig. 1** jedoch mit gefaltetem Lichtweg und einem zusätzlichen Farbrad;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäß ausgestalteten Projektionssystems mit einer Kippspiegelmatrix;

Fig. 4 eine andere perspektivische Ansicht des Projektionssystems von **Fig. 3**;

Fig. 5 einen Schnitt durch das Projektionssystem gemäß **Fig. 3** und **Fig. 4** gemäß der in **Fig. 4** eingezeichneten Linie A-A;

Fig. 6 eine Strahlführung mit einem Justierelement und

der Kippspiegelmatrix innerhalb des Ausführungsbeispiels von Fig. 3 bis Fig. 5;

Fig. 7 eine Schnittzeichnung des in Fig. 6 gezeigten Justierelements.

In Fig. 1 ist eine Lichtquelle 1 gezeigt, aus der ein nahezu paralleles Lichtbündel 2 emittiert wird. Dazu ist die Lichtquelle 1 mit einem Wendel, einer Gasentladungs- oder Lichtbogenlampe ausgestattet, deren Licht mit dem schematisch in Fig. 1 angedeuteten Reflektor parallelisiert wird. Dieses Licht fällt auf eine Kippspiegelmatrix, die aus mehreren in Reihen und Spalten angeordneten Kippspiegeln besteht. Die Kippspiegel werden, wie vorher beschrieben, mit der Information eines Videobildes beaufschlagt. Die umgekippten Kippspiegel 7 reflektieren dabei voll das eingefallene Licht in das Objektiv 8, das die Kippspiegelmatrix dann auf einem Schirm abbildet. Weiter ist in Fig. 1 schematisch ein Kippspiegel 7' angedeutet, der bei seinem eingestellten Winkel dem Lichtbündel 2 entgegengestellt ist. Das bedeutet, daß von diesem Kippspiegel nur wenig Streulicht in das Objektiv 8 fallen kann.

Da es sich bei derartigen Lichtquellen 1 üblicherweise um ausgedehnte Lichtquellen handelt, die selbst bei annähernder Parallelität des Lichtbündels 2 ein hohes Strahlprodukt aufweisen, finden sich im Lichtbündel 2 verschiedene Lichtstrahlen unterschiedlichen Winkels, so daß das erforderliche Dunkel-/Hellverhältnis nur erreicht werden kann, wenn die Lichtquelle 1 in einem gewissen Abstand von der Kippspiegelmatrix 3 angeordnet wird. Dies steht beispielsweise der Forderung entgegen, ein besonders kompaktes Videogerät zu schaffen. Um ein kompaktes Gerät bereitzustellen, ist es in der Optik bekannt, einen gefalteten Lichtweg zu verwenden, also den Strahlengang mit mehreren Umlenkspiegeln in einer Ebene oder im Raum zu führen. Dafür sind verschiedenste Möglichkeiten gegeben.

Unerwarteterweise ist jedoch die in Fig. 2 angegebene Art einen gefalteten Lichtweg bereitzustellen, bei der die Lichtquelle in der Nähe der Kippspiegelmatrix 3 angeordnet ist und das von der Lichtquelle entstammende Lichtbündel 2 von der Kippspiegelmatrix 3 weggerichtet wird gegenüber anderen Möglichkeiten der Faltung eines Lichtwegs vorzuziehen. Man würde erwarten, daß die von der Lichtquelle 1 erzeugte Verlustleistung, bei den hohen Lichtleistungen zum Darstellen von Videobildern mit ungefähr 2 m Bildschirm-diagonale und größer die Kippspiegelmatrix 3 so stark erwärmen würde, daß sie eventuell nicht mehr richtig arbeitet. Man gewinnt jedoch einen bedeutenden Vorteil dadurch, daß ein einziger Kühlstrom 9 verwendet werden kann, also beispielsweise nur ein einziger Ventilator, der sowohl die Kippspiegelmatrix 3 als auch die Lichtquelle 1 kühlt. Bei anderen Faltungen des Lichtweges wären wegen des erforderlichen großen Abstandes zwischen der Kippspiegelmatrix und der Lichtquelle 1 möglicherweise zwei Ventilatoren zum Kühlen nötig. Der Vorteil einer Anordnung wirkt sich gemäß Fig. 2 daher vor allem in einer erhöhten Kompaktheit aus. Weiter ergibt sich ein Vorteil daraus, daß durch die gleichmäßige Wärmeabfuhr der Lampe 1 und den Kühlstrom 9 an der Kippspiegelmatrix 3 eine konstante Temperatur eingestellt wird, die für die Darstellung reproduzierbarer Bilder äußerst günstig wirkt. In anderen Fällen würde die Kippspiegelmatrix 3, deren Verlustleistung aufgrund der unterschiedlichen Anzahl der umgekippten Kippspiegel 7 vom Bildinhalt abhängt, eine schlechtere Bildqualität liefern.

Bei kleineren Lichtleistungen der Lampe 1 kann man sogar auf einen Ventilator zum Erzeugen des Kühlstroms 9 verzichten. Der Kühlstrom entsteht dann allein durch Konvektion, wenn Lampe 1 und Kippspiegelmatrix sich an der Oberseite des Videogerätes befinden, da die erzeugte

Wärme nach oben steigt und so einen Sog für kühlere Luft von unten erzeugt.

Um deutlich zu machen, wie sich der in Fig. 2 gezeigte Aufbau, insbesondere auch bezüglich der Kühlung auf andere Bauelemente auswirkt, ist in dieser Figur noch ein Farbrad 10 eingezeichnet. Derartige Farbräder verwendet man, um auch farbige Bilder darstellen zu können. Wie nachfolgend noch deutlicher wird, ist ein derartiges Farbrad 10 mit mehreren farbigen Filtern versehen. Es dreht sich so schnell, daß das Lichtbündel 2 beim Auftreffen auf die Kippspiegelmatrix 3 unterschiedliche Farben aufweist. Der Informationsgehalt der Kippspiegelmatrix 3 wird dabei mit den verschiedenen Farben des Lichtbündels 2 synchronisiert. Das Farbrad 10 dreht sich so schnell, mehr als 10 Umdrehungen/sek., daß aufgrund der Trägheit des Auges die verschiedenen Farbinformationen integriert werden und ein Beobachter ein farbiges Videobild erfährt.

Die vorhergehenden Prinzipien werden im folgenden anhand eines im Detail ausgeführten Beispiels einer Vorrichtung zur Darstellung von Videobildern über Kippspiegelmatrixen näher erläutert:

Fig. 3 und Fig. 4 zeigen verschiedenen perspektivische Ansichten dieses Ausführungsbeispiels.

Als Lichtquelle wird hier eine 120 W Lampe 30 eingesetzt, die schon vom Hersteller zum Parallelisieren von Licht mit einem Reflektor versehen war. Deren Licht wird mit Hilfe eines optischen Systems 32 auf die Eintrittsfläche eines polygonförmigen Körpers 34 fokussiert. Um eine erhöhte Kompaktheit der beispielhaft beschriebenen Vorrichtung zu erzielen, ist zwischen dem optischen System 32 und dem rechteckförmigen Körper 34 ein Umlenkspiegel 36 vorgesehen. Weiter ist zwischen der Lampe 30 und dem polygonförmigen Körper 34 ein Farbrad 40 angeordnet. Dieses Farbrad 40 weist verschiedene Segmente 42, 44, 46 und 48 auf, die mit dielektrischen Filterschichten für die Farben rot, grün, blau und weiß versehen sind und mit denen das aus der Lampe 30 austretende Lichtbündel farbgefiltert wird. Das Farbrad 40 dreht sich schneller als 10 Umdrehungen pro Sekunde, so daß Lichtbündel aller durch die Farbfilter auf dem Farbrad gegebenen Farben innerhalb einer durch die Trägheit des Auges bedingten Zeitspanne auf die Kippspiegelmatrix gerichtet werden. Die Information auf der Kippspiegelmatrix 15 wird entsprechend dem momentan wirksamen Farbfilter mit dem entsprechenden Farbauszug simultan gesteuert, so daß im Auge eines Betrachters des Videobildes ein farbiges Bild erfährt wird.

Aufgrund der fokussierenden Einkoppeloptik 32 ist der Lichtfleck auf dem Farbrad 40 minimal ausgedehnt, so daß die Kippspiegelmatrix 50 zum Ausschalten von Fehlinformationen durch Mischfarben beim Vorbeiführen von Segmentgrenzen zwischen den Segmenten 42, 44, 46 oder 48 am Fokus des Lichtbündels nur kurzzeitig dunkelgeschaltet werden muß. Diese Zeiten sind bei bekannten Vorrichtungen wesentlich länger, so daß aufgrund dieses optischen Systems 32 und der speziellen Anordnung des Farbrads 40 im Fokus und vor dem polygonförmigen Körper Lichtverluste verringert werden.

Der polygonförmige Körper 34 dient als Einrichtung zum Lichtmischen, um Inhomogenitäten des von der Lampe 30 ausgehenden Lichts über Reflexionen möglichst auszugleichen. Hierzu wird an der Mantelfläche des polygonförmigen Körpers 34 mehrfach totalreflektiert, so daß am Ausgang 52 des polygonförmigen Körpers 34 ein gleichmäßiges, wegen seines rechteckigen Querschnitts, rechteckiges Feld entsteht. Das aus der Fläche 52 austretende Licht wird in einem als Justierelement 54 ausgebildeten optischen System mit einem Spiegel umgelenkt und anschließend auf die Kippspiegelmatrix 50 geworfen. Weitere Einzelheiten dazu wer-

den in den folgenden Fig. 6 und 7 beschrieben. Bemerkenswert ist jedoch bei dieser Anordnung, daß das Farbrad 40 vor der als Einrichtung zum Mischen und Homogenisieren vorgesehenen polygonförmigen Körper 34 und nicht hinter diesem angeordnet ist. Dadurch werden Inhomogenitäten im Farbrad 40 und auch eventueller Staub auf diesem durch das Mischen mit dem polygonförmigen Körper 34 ausgemittelt.

Die Kippspiegelmatrix 50 bestand im Ausführungsbeispiel aus 845×600 Kippspiegeln mit den Abmessungen $17 \mu\text{m} \times 17 \mu\text{m}$. Der polygonförmige Körper 34 hatte eine geeignet große Länge von 75 mm bei einer Eintrittsfläche von $4,8 \text{ mm} \times 7 \text{ mm}$, was dazu ausreicht, daß das Licht bei dem gewählten Material, im Ausführungsbeispiel Glas, durch Totalreflexion mehr als 5 Reflexionen der einzelnen Strahlen des Lichtbündels 2 bei seinem Durchlauf von Eintrittsfläche zur Austrittsfläche des polygonförmigen Körpers 34 erleidet. Diese Dimensionierung hat sich für eine vollständige Mischung als äußerst günstig erwiesen.

In dem in Fig. 5 gezeigten Schnitt ist der polygonförmige Körper 34 noch deutlicher zu sehen. Dieser hat im Ausführungsbeispiel einen rechteckigen Querschnitt, um das aus seiner Austrittsfläche 52 austretende Licht über die nachfolgend noch näher beschriebenen optischen Elemente auf die ebenfalls rechteckförmige Kippspiegelmatrix abzubilden. Weiter besteht der polygonförmige Körper 34 aus Glas, damit er bezüglich Gleichmäßigkeit für geringe Lichtverluste mit Standardverfahren hergestellt werden kann, denn die Gleichmäßigkeit des polygonförmigen Körpers 34 ist äußerst zweckmäßig zur Einhaltung der Totalreflexionsbedingungen.

Um auch eine Verspannung des polygonförmigen Körpers 34 und eine Aufhebung von Totalreflexionsbedingungen durch Anlage der Mantelflächen an einem Halter, die zu Lichtverlusten führen könnten, zu verringern, ist ein Halter 56 vorgesehen, der aus einem einfachen Blech gebogen ist, das weniger als 0,5 mm Dicke aufwies. Dieses hält den polygonförmigen Körper 34 über eine Klemmung. Aufgrund der kleinen Anlagefläche, praktisch linienförmig, mit einer maximalen Ausdehnung senkrecht zur Linienrichtung der Klemmung von 0,5 mm werden Lichtverluste, die durch Aufhebung der Totalreflexionsbedingung lokal entstehen könnten, eingeschränkt. Je kleiner die Anlagefläche ist, desto besser werden unerwünschte Totalreflexionsverluste vermieden.

Der weitere Strahlverlauf hinter dem polygonförmigen Körper bis zur Kippspiegelmatrix 50, von der aus das Videobild über ein Objektiv 60 auf einen Schirm projiziert wird, ist insbesondere aus Fig. 6 erkennbar.

Ein aus dem polygonförmigen Körper 34 austretendes Lichtbündel 62 wird über das einen Spiegel 64 enthaltende Justierelement 54 auf einen weiteren Spiegel 66, der das Lichtbündel 62 aus der Ebene, in der das Lichtbündel 62 vorher geführt wird, heraus lenkt, auf die Kippspiegelmatrix 50 gerichtet.

Das von dieser reflektierte Lichtbündel wird anschließend in das Objektiv 60 geführt, welches das auf der Kippspiegelmatrix elektrisch eingestellte Bild auf einem Schirm projiziert. Zur Verbesserung der Justierung mittels des Justierelements 54 ist eine Feldlinse 68 zur Verkleinerung seiner Bewegungen vorgesehen, um einmal den definierten Winkel für kleinste Intensität im Dunkelzustand auf der Kippspiegelmatrix einzuhalten und andererseits die Justierung empfindlicher zu machen.

Damit das von der Kippspiegelmatrix 50 ausgehende Licht durch die Feldlinse 68 unbeeinflusst bleibt und trotzdem eine sehr kompakte Vorrichtung möglich wird, ist die Feldlinse 68 teilkreisförmig ausgebildet. Im Ausführungsbeispiel wurde eine halbkreisförmige Feldlinse 68 einge-

setzt. Es wäre aber auch möglich, in eine herkömmliche kreisförmige Feldlinse 68 eine geeignet große Öffnung für das von der Kippspiegelmatrix reflektierte Licht zu bohren oder auf andere Weise freizulegen.

Der Spiegel 66 sowie die Feldlinse 68 in geometrischer Beziehung zur Kippspiegelmatrix 60 und dem Justierelement 54 wurde so ausgelegt, daß nach Justierung mit dem Justierelement 54 immer nahezu optimale Abbildungsbedingungen vorherrschen.

Um ein kompaktes Videogerät zu schaffen, hat es sich insbesondere als günstig erwiesen, mittels der Feldlinse 68 und eventuell anderen optischen Elementen, wie eine Linse im Justierelement 54, eine Verkleinerung des rechteckigen Querschnitts der Austrittsfläche des polygonförmigen Körpers, im Bereich von 5 bis 1 vorzusehen. Beim Ausführungsbeispiel wurde deshalb eine Verkleinerung um den Faktor 2 eingesetzt.

Wie insbesondere aus Fig. 3 hervorgeht, ist das Justierelement 54 mit einer Schelte 70, die mit Schrauben 72 an einer Grundplatte befestigt werden, fixiert. Das Justieren erfolgt bei gelockerten Schrauben 72.

Das Justierelement 54 erlaubt aufgrund seiner zylindrischen Form sowohl eine Drehung als auch eine Verschiebung auf die Kippspiegelmatrix 50 zu und von ihr weg. Beide Bewegungen reichen aus, um das von der Lampe 30 über die nachfolgenden optischen Elemente geführte Lichtbündel vollständig auf die Kippspiegelmatrix 50 auszurichten.

Insbesondere ist die Drehbewegung des Justierelements 54 aufgrund seiner zylindrischen Form und seiner angepaßten Lagerung in der Grundplatte der Einrichtung geeignet, das rechteckförmige, aus dem Polygonkörper 34 austretende Lichtbündel 62 mit der rechteckigen Fläche der Kippspiegelmatrix zur Deckung zu bringen. Die mögliche Verschiebung in Richtung des Lichtstrahlverlaufs läßt es auch zu, das Lichtbündel besser auf der Kippspiegelmatrix 50 zu fokussieren, da mit dieser Verschiebewegung gleichzeitig ein im Justierelement 54 vorgesehenes optisches System 76 auf der optischen Achse verstellt wird, wodurch eine Fokussierung möglich wird. Wie insbesondere aus Fig. 3 erkennbar ist, wird das Justierelement 54 in einer wannenförmigen Mulde gehalten und hat an deren Wänden prinzipiell nur mit zwei geraden Linien Kontakt. Diese Art der Lagerung, insbesondere durch Ausbildung schräger Wände der Mulde, läßt sowohl eine einfache und reproduzierbare Drehung als auch eine Verschiebung des Justierelements 54 zu.

Die Einzelheiten des Justierelements 54 sind in dem in Fig. 7 gezeigten Schnitt zu sehen. Der polygonförmige Körper 34 wird insbesondere bis in das Justierelement 54 hineingeführt. Dazu ist im Justierelement 54 eine Aussparung 78 vorgesehen. Das Licht wird dann über ein dreilinsiges optisches System 76 geleitet und fokussiert. Die optische Achse fällt dabei mit der Zylinderachse des Justierelements 54 zusammen, was die Justierung besonders vereinfacht, weil dadurch die Fokussierung durch Verschiebung und das Ausrichten durch Drehung voneinander entkoppelt sind.

Mittels des optischen Systems 76 und der Feldlinse 68 wird eine Abbildung der Austrittsfläche des polygonförmigen Körpers 34 auf die Kippspiegelmatrix von 1 : 2 erreicht. Andere Verkleinerungsfaktoren sind ebenfalls möglich. Es wird jedoch angestrebt, diesen Faktor zwischen 1 und 5 zu halten, damit optimale Justiereigenschaften bei gleichzeitig kompakter Bauweise möglich sind.

Das vorher beschriebene Ausführungsbeispiel eines Projektionsgerätes zum Abbilden eines auf einer Kippspiegelmatrix dargestellten Videobildes ist ausschließlich beispielhaft angegeben. Wie vorangehend schon deutlich wurde, können durch Einstellung verschiedener Abstände, Einsatz

andersartiger polygonförmiger Körper, Lampen oder Optiken je nach den gegebenen Erfordernissen unterschiedliche Optimierungen vorgenommen werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem Objektiv (8; 60) zum Abbilden von einer zur Darstellung eines Videobildes angesteuerten und mit einer mittels eines von einer Lichtquelle (1, 30) emittierten Lichtbündels (2) beleuchteten Kippspiegelmatrix (50) auf einem Schirm, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtquelle (1, 30) nahe der Kippspiegelmatrix (50) und in einem Winkel, bei dem das Lichtbündel (2) von dieser weggerichtet wird, angeordnet ist und daß ein gefalteter optischer Lichtweg zum Übertragen eines von der Lichtquelle (1, 30) emittierten Lichtbündels (2) zur Kippspiegelmatrix (50) vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der gefaltete optische Lichtweg mit zwei Umlenkspiegeln (36, 76) bewirkt ist, zwischen denen sich ein Lichtleiter erstreckt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtleiter ein rechteckiger Stab (34) aus für das Licht der Lichtquelle (1, 30) durchsichtigem Material mit einem der Kippspiegelmatrix (50) angepaßten Querschnitt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Lichtquelle (1, 30) und dem Lichtleiter eine Einkoppeloptik (32) zum Fokussieren des Lichtbündels (2) auf eine Eingangsfläche des Lichtleiters vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch ein Farbrad zwischen Einkoppeloptik (32) und der Eingangsfläche des Lichtleiters.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im gefalteten optischen Lichtweg ein zylinderförmiges Justierelement (54) vorgesehen ist, in dem ein Umlenkspiegel (36, 76) des gefalteten optischen Lichtwegs befestigt ist und mit dem das Licht der Lichtquelle (1, 30) auf die Kippspiegelmatrix (50) ausrichtbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Justierelement (54) ein optisches System zum Fokussieren des Lichtbündels (2) auf die Kippspiegelmatrix (50) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine rechteckige, lichtemittierende, von der Lichtquelle (1, 30) gespeiste Fläche (52) vor dem Justierelement (54) ausgebildet ist und das Justierelement (54) ein mindestens zweilinsiges System (76) aufweist, mit dem die lichtemittierende Fläche (52) auf die Kippspiegelmatrix (50) abgebildet wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abbildungsmaßstab des mindestens zweilinsigen Systems (76) zwischen 1 und 5 liegt.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Kippspiegelmatrix (50) eine Feldlinse (68) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das über den optischen Lichtweg auf die Kippspiegelmatrix (50) gerichtete Lichtbündel (2) durch die Feldlinse (68) auf die Kippspiegelmatrix (50) gerichtet ist, während das von der Kippspiegelmatrix (50) in das Objektiv (8; 60) reflektierte Licht von der Feldlinse (68) unbeeinflusst in das Objektiv (8; 60) einfällt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Feldlinse (68) senkrecht zu ihrer optischen Achse einen teilkreisförmigen Querschnitt, insbesondere einen halbkreisförmigen Querschnitt, aufweist, der zwischen einfallendem Lichtbündel (2) und Kippspiegel angeordnet ist, wobei eine durch die Abweichung von der Kreisform definierte Öffnung zwischen Kippspiegelmatrix (50) und Objektiv (8; 60) liegt.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch einen letzten Umlenkspiegel (36, 76), der das Lichtbündel (2) aus einer Ebene des vor diesem Umlenkspiegel (66) liegenden optischen Lichtwegs heraus und auf die Kippspiegelmatrix (50) richtet.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

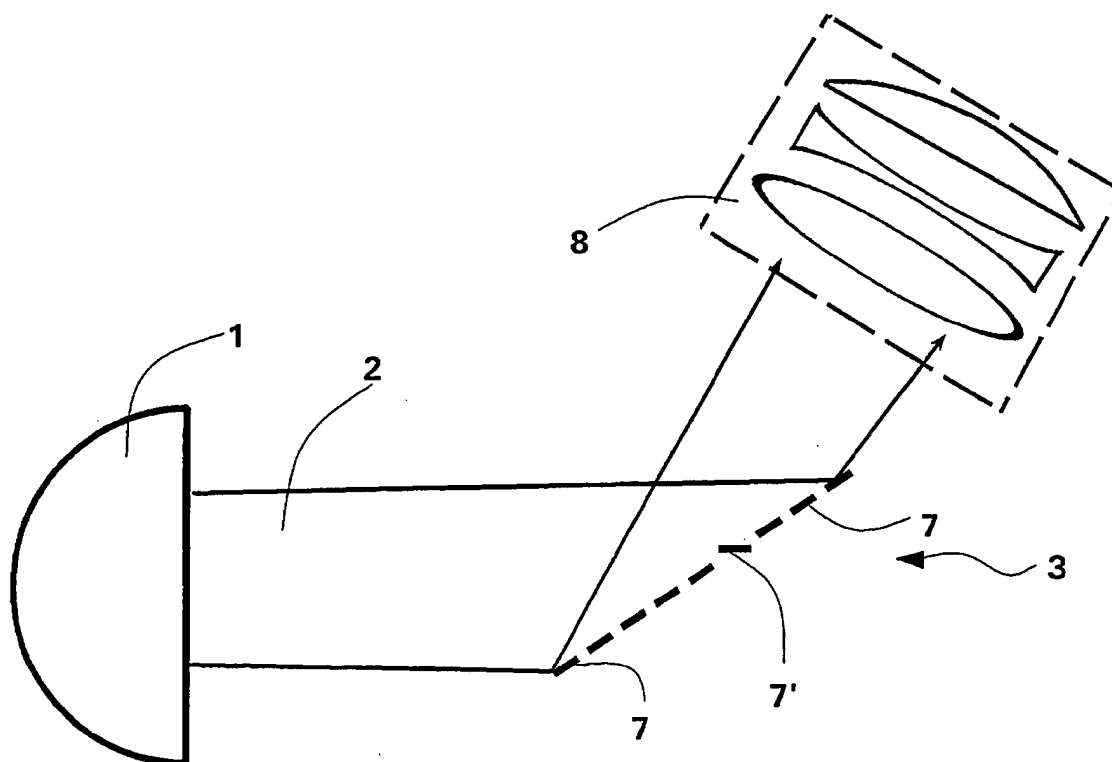


Fig. 1

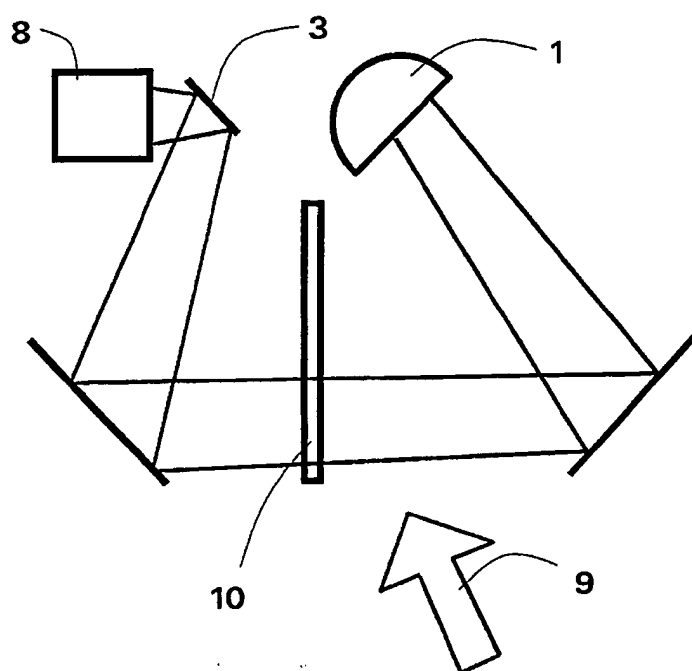


Fig. 2

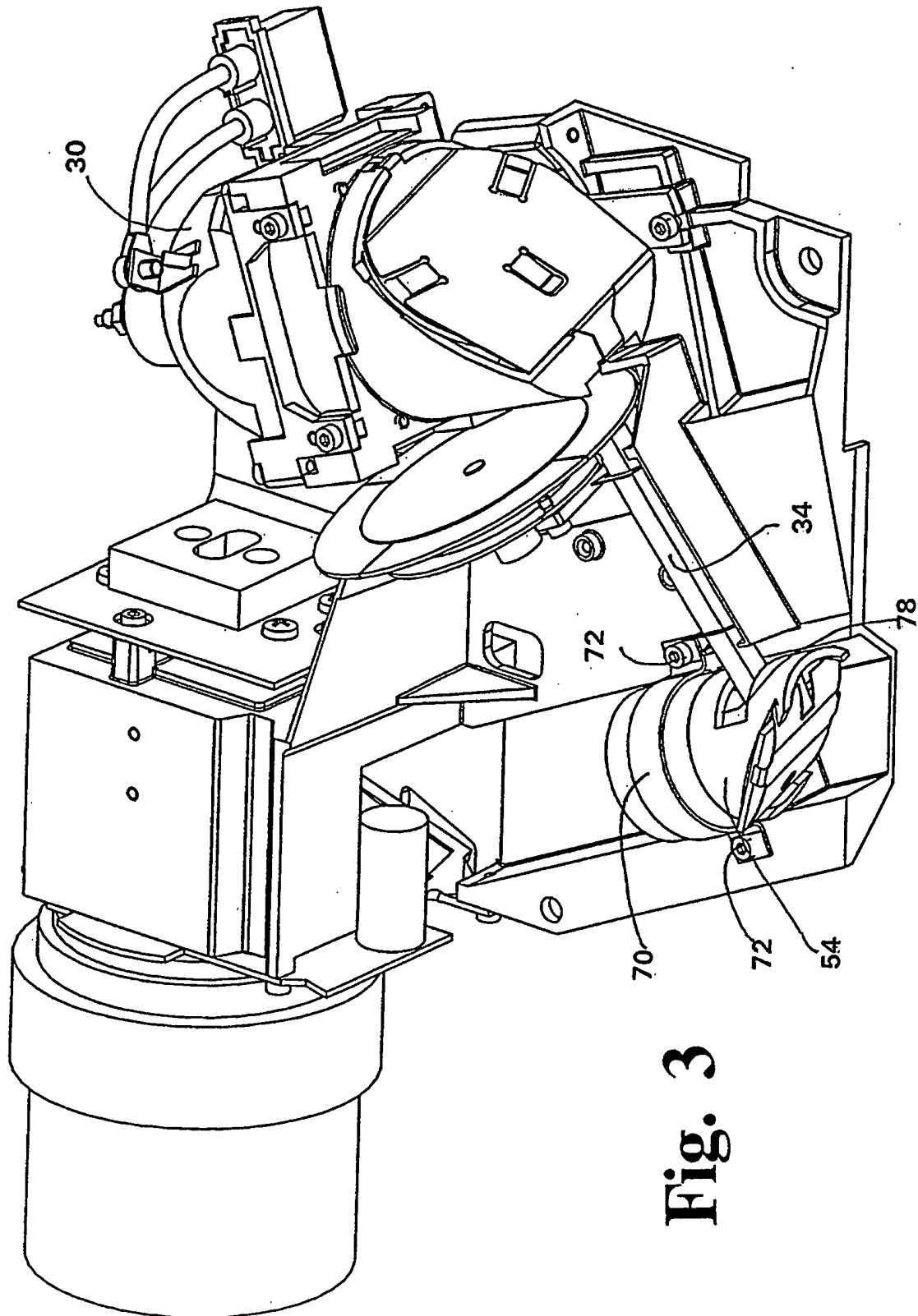


Fig. 3

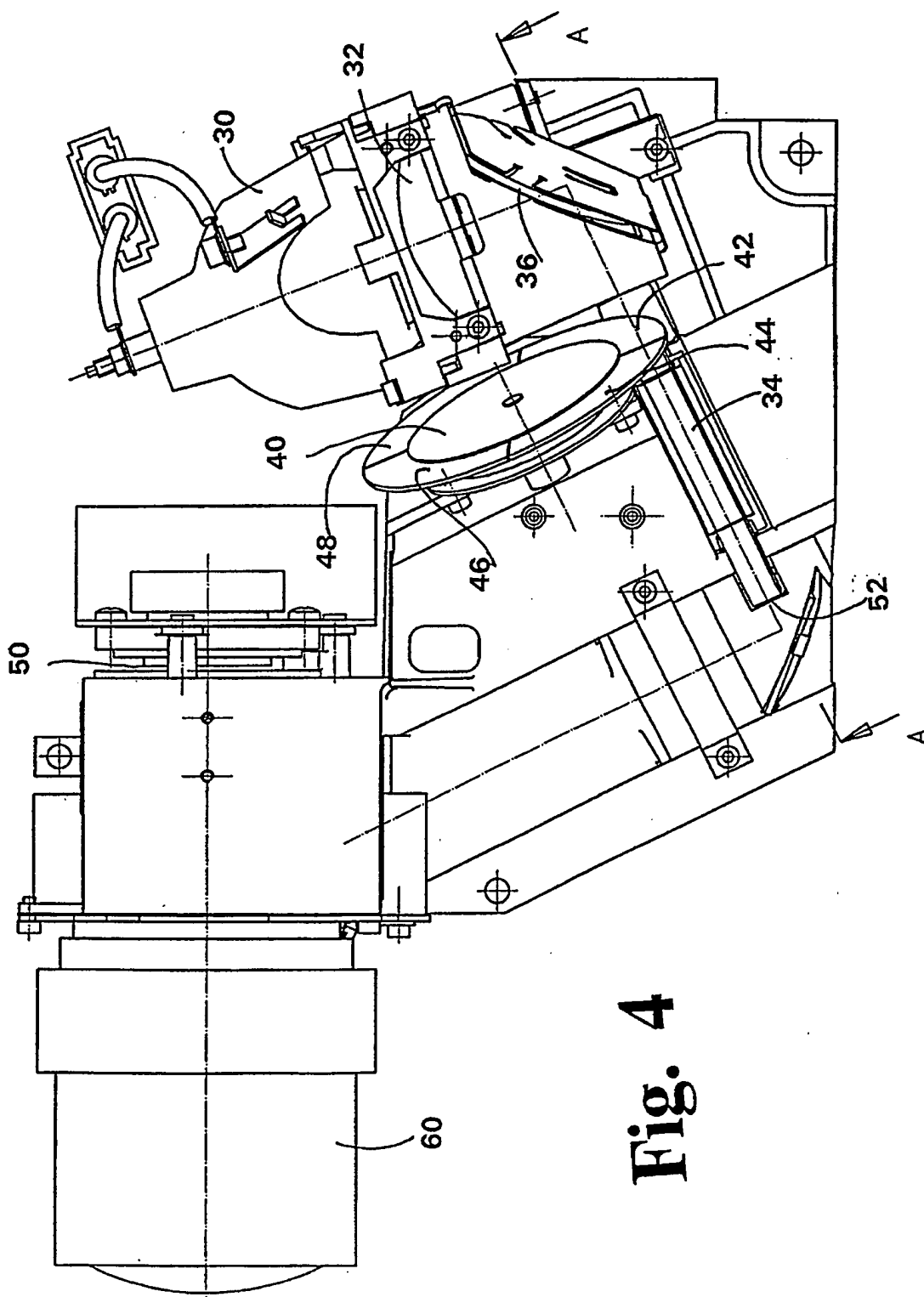


Fig. 4

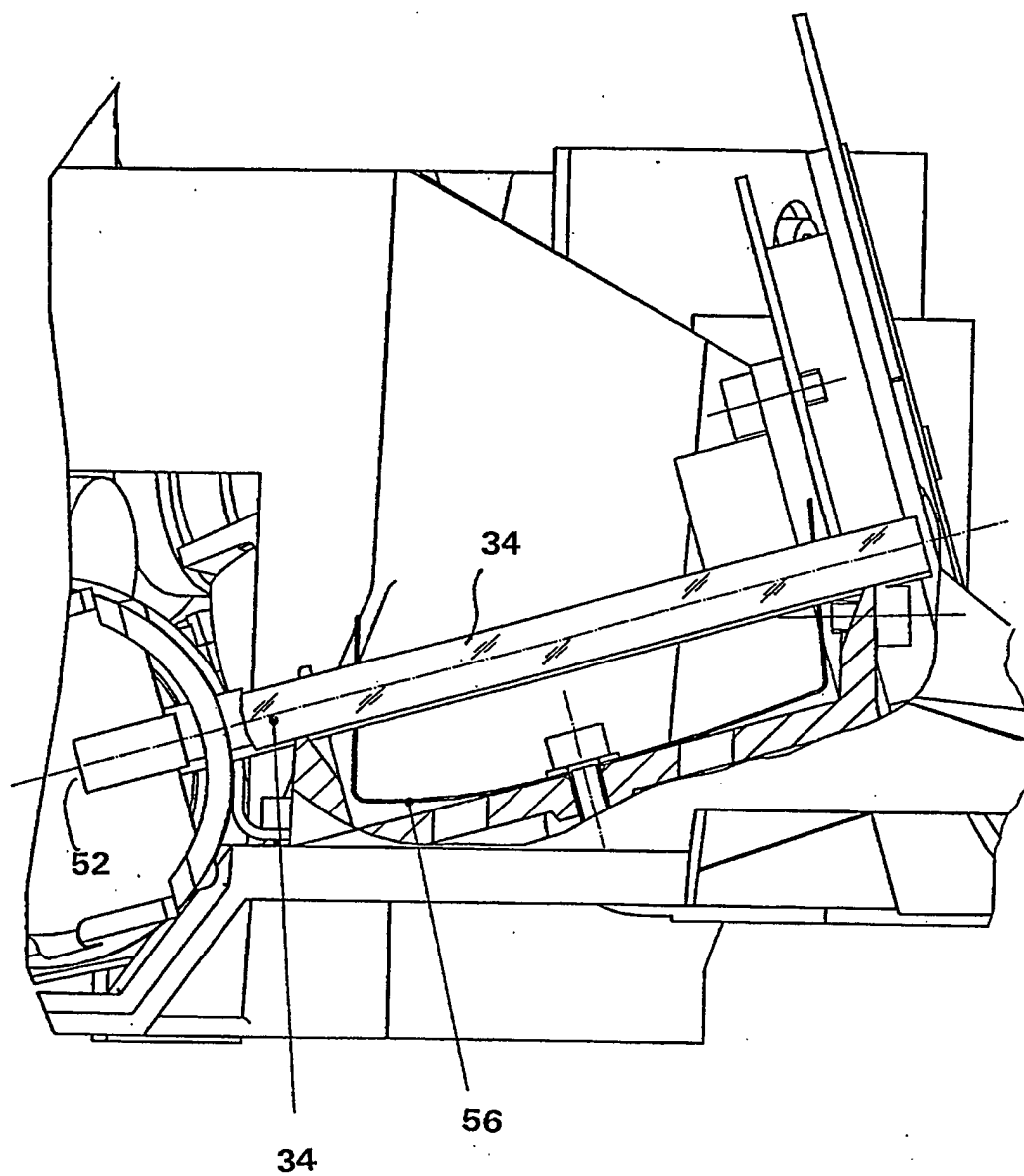


Fig. 5

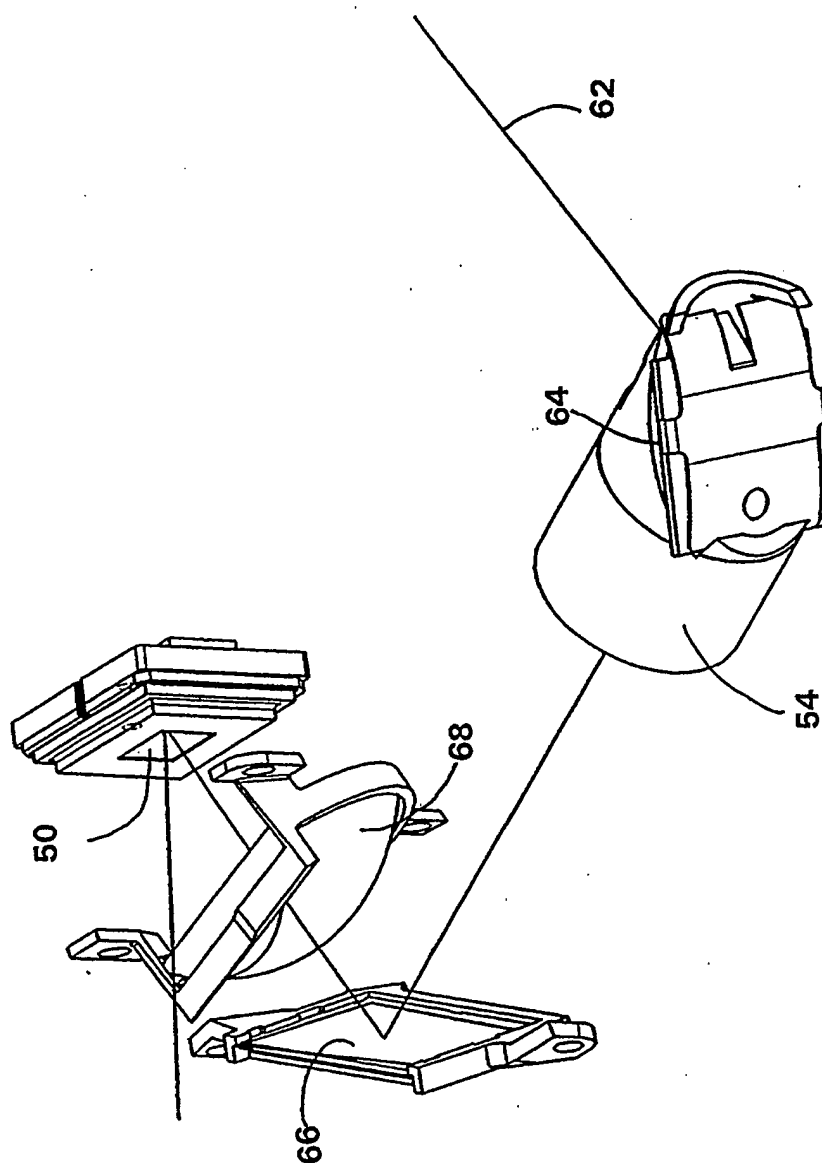


Fig. 6

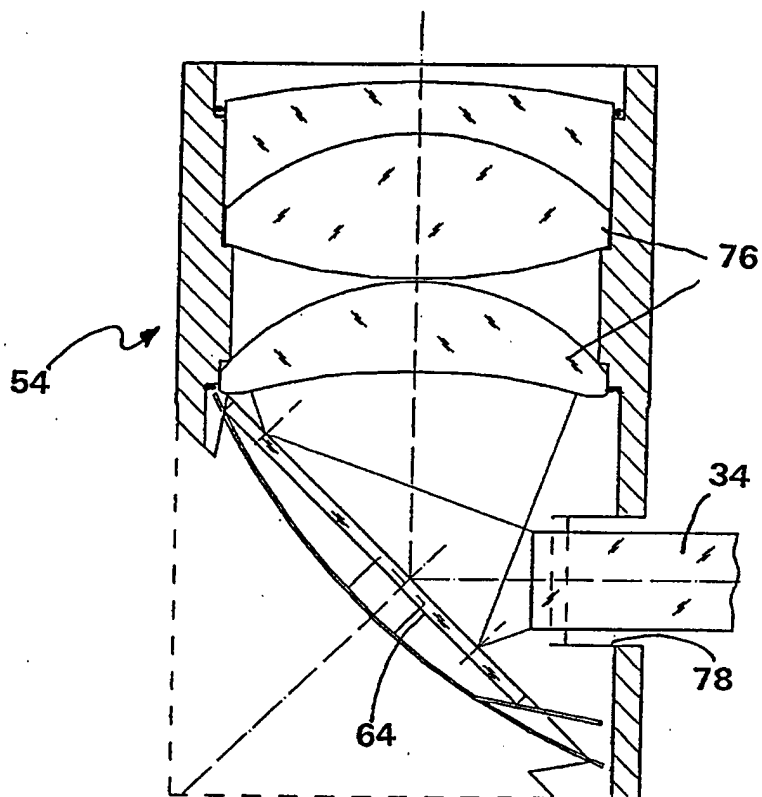


Fig. 7